

N

PAT-NO: JP402046723A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02046723 A
TITLE: DEVICE FOR THIN FILM FORMATION
PUBN-DATE: February 16, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KATO, TAKASHI

ITO, TAKASHI

SUGITA, YOSHIHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJITSU LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63198480
APPL-DATE: August 9, 1988

INT-CL (IPC): H01L021/205, H01L021/31

US-CL-CURRENT: 118/715, 118/723ER

ABSTRACT:

PURPOSE: To form a thin film of good quality at a high deposition rate without generating oxidation, nitriding and the like by a method wherein the title device is provided with an inner skin container having the through hole of a reaction gas feeding means in such a way that a pair of electrodes are surrounded with the inner skin container, a vacuum container is provided with an inert gas feed opening and an exhaust vent for reaction gas fed in the inner skin container is interconnected to the vacuum container through a fine gap.

CONSTITUTION: A vacuum container 1 is divided into 2 chambers of a reaction chamber 11 and an exhaust chamber 12 by an inner skin container 8, both chambers are interconnected to each other through a fine gap 10 and the pressure in the container 1 is set at a value to exceed somewhat 0.01Torr. When inert gas is sent in the chamber 12 through an inert gas feed opening 9 at

a high flow velocity, the gas is made to flow in a viscous flow, whose mean free path is sufficiently short, and the gas to leak in the chamber 12 of the container 1 and free gas from the container 1 are induced by this viscous flow and are exhausted through a gas exhaust means 3 and are never made to flow backward in the chamber 11 through the fine gap 10. On the other hand, as a sufficient amount of reaction gas stays in the chamber 11 for sufficient hours, a thin film of good quality is formed on a semiconductor wafer 6 at high speed.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-46723

⑬ Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月18日

H 01 L 21/205
// H 01 L 21/31C 7739-5F
6824-5F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑯ 発明の名称 薄膜形成装置

⑰ 特 願 昭63-198480

⑱ 出 願 昭63(1988)8月9日

⑲ 発 明 者 加 藤 隆 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 発 明 者 伊 藤 隆 司 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 発 明 者 杉 田 義 博 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁理士 寒川 誠一

明 細 書

1. 発明の名称

薄膜形成装置

2. 特許請求の範囲

〔1〕反応ガス供給手段(2)とガス排気手段(3)とを有する真空容器(1)と、

該真空容器(1)の内部に1対の電極(4、5)が設けられ、該1対の電極(4、5)の一方はサセブタを構成する薄膜形成装置において、

前記1対の電極(4、5)を囲んで、前記反応ガス供給手段(2)の貫通口を有する内筒容器(8)が設けられ、

前記真空容器(1)には不活性ガス供給口(9)が設けられ、

前記内筒容器(8)内に供給された反応ガスの排出口は、細隙(10)を介して前記真空容器(1)に連通されてなる

ことを特徴とする薄膜形成装置、

〔2〕反応ガス供給手段(2)とガス排気手段(3)とを有する真空容器(1)と、

該真空容器(1)の内部に1対の電極(4、5)が設けられ、該1対の電極(4、5)の一方はサセブタを構成する薄膜形成装置において、

前記1対の電極(4、5)の一方の周辺から他方の周辺に向かって気体流を噴射するルーブ状の気体噴射手段(18)が設けられてなる

ことを特徴とする薄膜形成装置、

3. 発明の詳細な説明

(概要)

化学気相成長(CVD)法を使用してなす薄膜形成装置の改良に関し、

酸素・窒素等のリークガスや、装置を構成する金属からの遊離ガス等があっても、被処理膜は酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜を高い増殖速度をもって形成することを可能にする薄膜形成装置を提供することにを目的とし、

反応ガス供給手段とガス排気手段とを有する真空容器と、この真空容器の内部に1対の電極が設けられ、この1対の電極の一方はサセブタを構成する薄膜形成装置において、前記の1対の電極を

特開平2-46723(2)

図んで、前記の反応ガス供給手段の貫通口を有する内腔容器を設け、前記の真空容器には不活性ガス供給口を設け、前記の内腔容器内に供給された反応ガスの排出口は、細隙を介して前記の真空容器に流通するように構成するか、または、前記1対の電極の一方の周辺から他方の周辺に向かって気体流を噴射するリング状または角ループ状の気体噴射手段を設けられるように構成される。

【産業上の利用分野】

本発明は、化学気相成長(CVD)法を使用し、てなす薄膜形成装置の改良に関する。特に、酸素、酸素等のガスが薄膜形成腔内にリークしたり、装置を構成する金属から遊離したりしても、形成される薄膜は、酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜を高い増殖速度をもって形成することを可能にするようにする薄膜形成装置の改良に関する。

リークガスは、図において破線をもって示すように半導体ウェーハ8上に到達し、半導体ウェーハ8上に堆積される薄膜中に取り込まれる。また、プラズマは真空容器1内全域に広がるため、真空容器1の壁面に衝突したイオンが真空容器1の壁面から酸素等の汚染物質を遊離し、この遊離された酸素等の汚染物質も図に破線をもって示すように半導体ウェーハ8上に到達して、この上に堆積される薄膜中に取り込まれる。その結果、例えば酸化され易いアルミニウム等の金属膜を増殖する場合、堆積膜が酸化されて、比抵抗が高くなってしまふ。

第3図参照

排気速度が早い高遠排気方式の場合には、図において破線で示すように、リークガスや真空容器1の壁面から遊離した酸素等の汚染物質は高遠の活性排気流に誘引されて排出され、半導体ウェーハ8上には到達せず、したがって半導体ウェーハ8上に堆積される薄膜中に酸素等の汚染物質が取り込まれることが少なく、薄膜の比抵抗の上昇は

【従来の技術】

CVD法には反応ガスの熱分解を利用する方法、反応ガスのプラズマ分解を利用する方法等がある。1例として、従来技術に係るプラズマCVD装置を図を参照して説明する。

第2図参照

図はプラズマCVD装置の断面図である。半導体ウェーハ8をゲートバルブ13を介して導入し、サセアタを構成する電極5上に設置し、ガス排気手段3から排気し、矢線矢印をもって示すように反応ガス供給手段2から反応ガスを供給し、両電極電極7の高周波電圧を電極4と5との間に印加して反応ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した反応ガスを分解して、半導体ウェーハ8上に所望の薄膜を増殖する。なお、1aは絶縁性シールド材であり1bはOリングである。

ところで、ガス排気手段3からの排気速度が遅い低遠排気方式の場合には、真空容器1にガスをリークする漏れがあると、真空容器1の内圧は低いため、外気が真空容器1内にリークし、この

少ない。しかし、反応ガスが半導体ウェーハ8の近傍に滞留する時間が短いため、膜の堆積速度は減少する。

【発明が解決しようとする課題】

従来のプラズマCVD装置は低遠排気方式を採用しているため、上記第2図に示すように、リークガスや壁面遊離ガスの影響を排除することができなかった。仮に、リークガスや壁面遊離ガスの影響を排除するために、上記第3図に示すように、高遠排気方式を採用したとしても、リークガスや壁面遊離ガスの影響の排除は必ずしも十分でなく、しかも、薄膜の堆積速度が低下してしまうと云う重大な欠点をともなう。

本発明の目的は、この欠点を解消することにより、酸素、酸素等のリークガスや、装置を構成する金属からの遊離ガス等があっても、堆積膜は酸化・窒化等がなされることがなく、良質の薄膜を高い増殖速度をもって形成することを可能にし、しかも、堆積膜厚もウェーハ全域にわたって

特開平2-46723(3)

均一にする円筒形構成を提供することにある。

【問題を解決するための手段】

上記の目的は、反応ガス供給手段(2)とガス排気手段(3)とを有する真空容器(1)と、この真空容器(1)の内部に1対の電極(4、5)が設けられ、この1対の電極(4、5)の一方はサセプタを構成する円筒形構成装置に、下記のいずれの手段を付加することによって達成される。

付加される第1の手段は、前記の1対の電極(4、5)を囲んで設けられ、前記の反応ガス供給手段(2)が延長してその貫通口が設けられている内腔容器(8)と、

前記の真空容器(1)に設けられる不活性ガス供給口(9)とであるが、この場合、前記の内腔容器(8)内に供給された反応ガスの排出口は、開隙(10)を介して前記の真空容器(1)に連通されていることが重要である。

付加される第2の手段は、前記の1対の電極(4、5)の一方の周辺から他方の周辺に向かう

で気体流(エアーカーテン)を噴射するリング状または角形のループ状の気体噴射手段(15)である。なお、前記のリング状または角形のループ状の気体噴射手段(15)は、噴射される気体流(エアーカーテン)が1対の電極(4、5)の一方の外周端部から他方の外周端部に向かうように設けられると効果的である。

【作用】

第4図参照

図は、真空容器1内の圧力が約1Torrで、ガスの平均自由行程が真空容器1の壁と半導体ウェーハ8との間の寸法に比べて十分小さい場合における、排気速度と金属薄膜堆積速度との関係、および、排気速度と堆積された金属薄膜の導電率との関係を示す。堆積速度を高めるためには、排気速度を低くする必要があり、一方、堆積される膜質を良好にしてその導電率を向上するためには、排気速度を高くする必要があり、堆積速度と形成される膜の膜質とは二律背反の関係にある。この

二律背反の関係を解決した手段が本発明である。

第1図参照

本発明に係る円筒形構成装置においては、真空容器1が内腔容器8によって反応室11と排気室12とに2分され、阿室間が開隙10をもって連通され、真空容器1内の圧力は0.01Torrをいくらか超える値とされるので、不活性ガスを不活性ガス供給口9から排気室12に高い流速をもって導入したとき、不活性ガスは平均自由行程が十分短い粘性流となって流れ、真空容器1の排気室12内にリークするリークガスおよび真空容器1からの遊離ガスは、この不活性ガスの粘性流に誘引されてガス排気手段3から排出され、開隙10を介して反応室11には達達することはない。一方、反応室11内には十分な量の反応ガスが十分な時間停留するので、半導体ウェーハ8上に良質の薄膜が高速をもって形成される。反応室11内の排気速度は、リークガスの影響を排除するために高くする必要がないので、最速の速度とすることができ、薄膜の堆積速度を十分高くすることができるとなるからである。

第1図参照

内腔容器8に代えて、電極4の周辺に設けられた気体噴射手段15から電極5の周辺に向かって不活性ガス・還元ガス等を噴射すれば、真空容器1内の圧力が0.01Torrをいくらか超える程度であれば、噴射ガスは平均自由行程の短い粘性流となって、エアーカーテンの作用をなし、前記の内腔容器8を有する円筒形構成装置と同様に、リークガスや壁面から遊離したガスが半導体ウェーハ8に到達することが防止され、かつ、反応室(11)の圧力が排気室(12)より高い状態が実現され、良質の薄膜が形成される。しかも、堆積速度を十分高くすることができる。

第1図、第10図参照

また、気体噴射手段15からの噴射気体を電極4の周辺端部のループ状絶縁物41の外周面に向かって噴射すれば、この領域に金属膜等が付着することが防止され、電極4の絶縁耐力の低下を防止することができる。

なお、ガスの平均自由行程は、

特開平2-46723(4)

圧力的1 Torrにおいて約100mであって、十分リークガス等の排除効果があるが、ガスの平均自由行程は、圧力0.01 Torr以下においては1cm以上となって、真空容器1の壁と半導体ウェーハ6との間の寸法と同程度となり、リークガス等の侵入を防止する効果はなくなる。

【実施例】

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る三つの実施例について説明する。

第1例（請求項1に対応）

第1c図参照

図は、本発明の第1の実施例に係るプラズマCVD装置の断面図である。1は真空容器であり、2は反応ガス供給手段であり、3はガス排気手段であり、4は非接地側電極であり、5はサセプタを構成する接地側電極であり、6は薄膜が形成される半導体ウェーハであり、7は高周波電源であり、8は内装容器であり、9は不活性ガス供給口

外、圧力が10 Torr程度と高い場合には、プラズマを安定に発生するために有効である。

第1b図参照

図は半導体ウェーハ6をプラズマCVD装置から取出し、搬入する時の状態を示す。ベロー15を閉めて、電極4を有する内装容器8を上方に押し上げ、ゲートバルブ13を開いて、薄膜が形成された半導体ウェーハ6を搬出し、新たに薄膜が形成される半導体ウェーハ6を導入し、ゲートバルブ13を閉じ、内装容器8を下方へ下げて、前記の堆積工程を行う。

第2例（請求項2に対応）

第1c図参照

図は、本発明の第2の実施例に係るプラズマCVD装置の断面図である。1は真空容器であり、2は反応ガス供給手段であり、3はガス排気手段であり、4は非接地側電極であり、5はサセプタを構成する接地側電極であり、6は薄膜が形成される半導体ウェーハであり、7は高周波電源であ

であり、10は細隙であり、11は反応室であり、12は排気室であり、13はゲートバルブであり、14は矢印のように回転される磁石であり、15はベローであり、1aは絶縁性シール材である。

1例としてアルミニウムの薄膜を堆積する場合について説明する。半導体ウェーハ6をサセプタを構成する電極5の上に設置し、ガス排気手段3により排気しながら、トリメチルアルミニウムを水素で希釈した反応ガスを反応ガス供給手段2から反応室11内に送入し、反応室11の圧力を0.1~10 Torrとし、排気室12の圧力はこれより低くし、高周波電源7の発生する周波数13.56 MHz、電力0.1~5 W/cmの両極電圧を電極4と電極5との間に印加して両電極間にプラズマを発生させて反応ガスを分解して、半導体ウェーハ6上にアルミニウムの薄膜（図示せず）を堆積する。この場合、トリメチルアルミニウムの分解を促進するため、磁石14を回転し、これを回転しながら堆積をせよといふ。磁石14は、半導体ウェーハ6近傍のプラズマ密度を高め、反応速度を高くする

り、11は反応室であり、12は排気室であり、13はゲートバルブであり、14は気体噴射手段であり、1aは絶縁性シール材である。

気体噴射手段14から電極5の周辺部に向かって、1例として水素を噴射すると、真空容器1内の圧力が0.1~10 Torrであれば、水素ガスは平均自由行程が十分短い粘性域となり、真空容器1を反応室11と排気室12とに仕切る効果があり、真空容器1のリークガスや装置連動ガスは半導体ウェーハ6に到達することなく、ガス排気手段3から排除される。したがって、反応室11内のガス速度を高める必要なくリークガス等を排除することが可能であるので、良質の薄膜を早い速度で堆積することができる。

第3図参照

図は、第1c図に示すプラズマCVD装置を使用して堆積したアルミニウム薄膜の比抵抗と気体噴射手段14から噴射する水素ガス流量との関係を示す図である。真空容器1の圧力が2.3 Torrの場合、水素ガス噴射流量を増加すると堆積する

特開平2-46723(5)

アルミニウムの比抵抗が大幅に低下する。

第3例

第14図再参照

図は、第14図に示す第2の実施例の改良例に係るプラズマCVD装置の電極4の部分拡大した図である。電極4と真空容器1とを接続するために、電極4の外周には絶縁物層41が設けられ、この絶縁物層41の外周にはシールド層42が設けられている。プラズマ反応が進行して絶縁物層41の先端部に金属膜が増着すると、電極4とシールド層42とが短絡することがある。しかし、気体噴射手段16から噴射する水素ガスを、電極4に設けられた絶縁物層41の外周にそってその端部に向かって噴射すれば、金属膜が絶縁物層41上に増着することが防止され、電極4とシールド層42との短絡が防止される。

第15図再参照

また、前記の絶縁物層41の先端を、図に示すように、外方に広がる形状にし、この部分に気体噴

射した二酸化シリコン基板の上にアルミニウムを堆積すると、1対の電極4と5との間のガス圧力が均一となり、形成される膜厚は、第8図に示すように、半導体ウェーハの全領域にわたって膜厚が $\pm 5\%$ 以下となり、従来技術の場合（第8図から20%の間）に比べて、顕著に改良されており、実用上、十分許容しうる範囲となる。また、再現性も極めて良好であり、基板中央部においていくらか厚く、基板周辺部においていくらか薄くなると言う傾向も一見していることが実験的に確認され、この $\pm 5\%$ の膜厚も実用上許したる支障とはならない。

また、実用に係することは、上記のようにしてアルミニウム膜が形成された二酸化シリコン基板を水素と窒素との混合ガス中で450℃の温度において30分間処理すると、比抵抗が $7\mu\Omega\text{cm}$ と従来技術に比して大幅に低下することである。この理由は必ずしも明らかではないが、リークガスとして侵入する酸素等の量が減少するからであると思

われる。

第5図、第7図、第8図参照

第6図は計算機シミュレーションに使用したプラズマCVD装置の模式図である。ガスが図に矢印で示すように、電極4から下方に向かって噴出し、ガス噴射手段3から排出される場合の真空容器1内のガス圧力分布を計算して求めると、第7図に示す等圧線図が得られる。第7図は真空容器1の右半分のみを示し、半導体ウェーハ6が設けられるセクタを覆う地方の電極5の付近で圧力勾配が発生していることを示している。このような圧力勾配があると、プラズマを一定に保つことができなくなり、堆積される膜の膜厚や膜質が不均一となる。これに対し、本発明に係る図8の構成装置を使用すれば、この圧力の不均一性は改善され、特に第15図に示す気体噴射手段を有するプラズマCVD装置を使用し、キャリアガスとしての水素をもつて得られたトリメチルアルミニウムガスを反応ガスとして供給し、100℃以下の

られる。

以上、アルミニウム薄膜の形成について述べたが、タンダステン、モリブデン、これら両金属元素のシリサイド、ステンレス鋼等の金属膜および二酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、リン酸化ガラス等の絶縁膜の形成に対しても本発明が有効であることは言うまでもない。

〔発明の効果〕

以上説明せるとおり、本発明に係る図8の構成装置においては、反応ガス供給手段とガス噴射手段とを有する真空容器と、この真空容器の中には1対の電極が設けられ、この1対の電極の一方はセクタを構成する図8の構成装置において、前記の1対の電極を囲んで、前記の反応ガス供給手段の噴出口が設置されて取り付けられている内筒容器が設けられ、この内筒容器と前記の真空容器との間には不活性ガス供給手段が設けられ、前記の内筒容器に供給される反応ガスの出口は、前記を介して前記の真空容器に連通されるか、または、

特開平2-46723 (6)

前記の1対の電極の一方の周辺から他方の電極の周辺に向かって気体流を噴射するループ状(リング状または角形ループ状)の気体噴射手段が設けられることにより、真空容器は内腔容易または吸射ガスによって反応室と排気室とに2分割され、被塗、塗着等のリークガスまたは真空容器壁面からの遊離ガスは、反応室内に侵入することなく排気室から排出されるので、リークガスの悪影響が排除される高真空排気方式の利点と、堆積速度が速い低真空排気方式の利点とが組合わされることになる。すなわち、薄膜形成装置においては、實質的には低真空排気方式であるから、堆積される薄膜が酸化・窒化等がなされることがなく、良質の塗膜が形成される。しかも、真空容器の内型との関係では高真空排気方式であるから、汚染物質を含むリークガスは、従来技術を示す第3図において破線で示すように、高温の低真空排気流に吸引されて排出され、半導体ウェーハ上には到達せず、したがって、半導体ウェーハ上に堆積される薄膜中に酸素等の汚染物質が取り込まれることが少なく、

薄膜の比抵抗の上昇等は少なく、堆積される薄膜の膜質は極めて良質となり、しかも、堆積膜厚はウェーハの全面にわたって、おむね均一になる。

4. 図面の簡単な説明

第1a図は、本発明の第1実施例に係る薄膜形成装置の構成図である。

第1b図は、本発明の第1実施例に係る薄膜形成装置に半導体ウェーハを搬入・搬出する状態を示す図である。

第1c図は、本発明の第2実施例に係る薄膜形成装置の構成図である。

第1d図、第1e図は、本発明の第2実施例の改良に係る薄膜形成装置の電極部の構成図である。

第2図は、従来技術に係る薄膜形成装置の構成図であり、低真空排気方式を説明する図である。

第3図は、従来技術に係る薄膜形成装置の構成図であり、高真空排気方式を説明する図である。

第4図は、排気速度と堆積速度及び駆動電圧との関係を示す図である。

第5図は、エアーカーテンとして機能する水素ガ

ス流管と堆積されるアルミニウム膜の比抵抗との関係を示す図である。

第6図は、シミュレーション計算用薄膜形成装置の模式図である。

第7図は、シミュレーション計算による等圧線図である。

第8図は、ウェーハ内各領域に形成された薄膜の膜厚と比抵抗との分布を示す図である。

11・・・反応室、

12・・・排気室、

13・・・ゲートバルブ、

14・・・給石、

15・・・ペロー、

16・・・気体噴射手段、

41・・・絶縁物層、

42・・・シールド層、

1・・・真空容器、

1a・・・絶縁性シールド材、

1b・・・リング、

2・・・反応ガス供給手段、

3・・・ガス排気手段、

4、5・・・1対の電極、

6・・・半導体ウェーハ、

7・・・高周波電源、

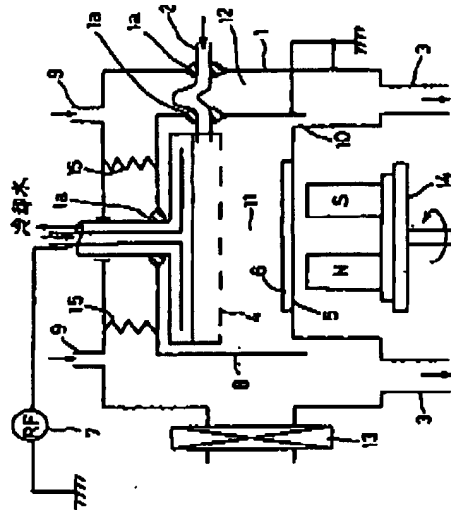
8・・・内腔容易、

9・・・不活性ガス供給口、

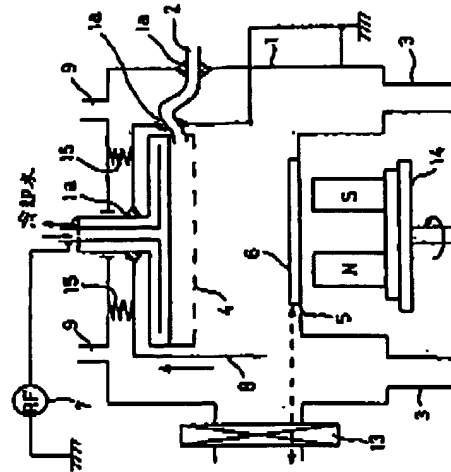
10・・・細隙、

代理人 弁護士 高川 雄一

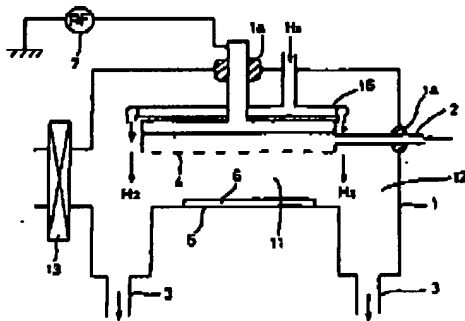
特開平2-46723 (7)



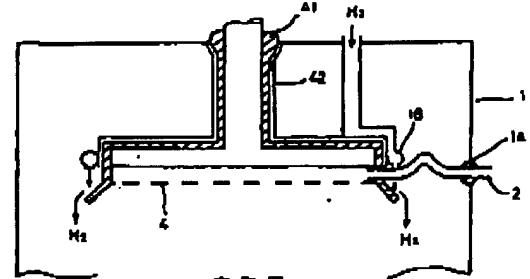
本発明
第1a図



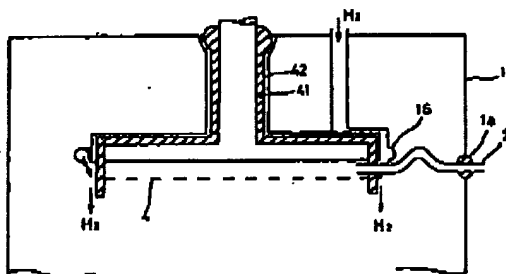
本発明
第1b図



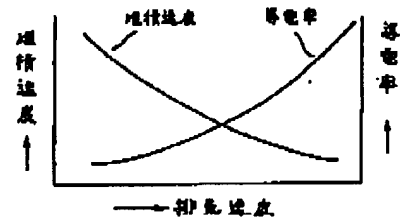
本発明
第1c図



本発明
第1e図

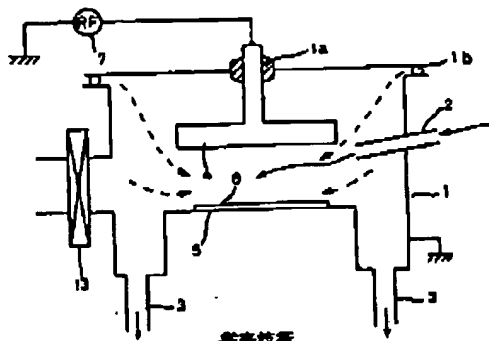
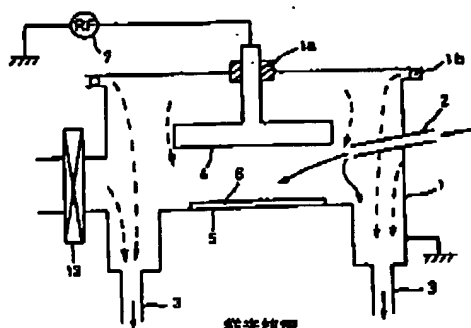
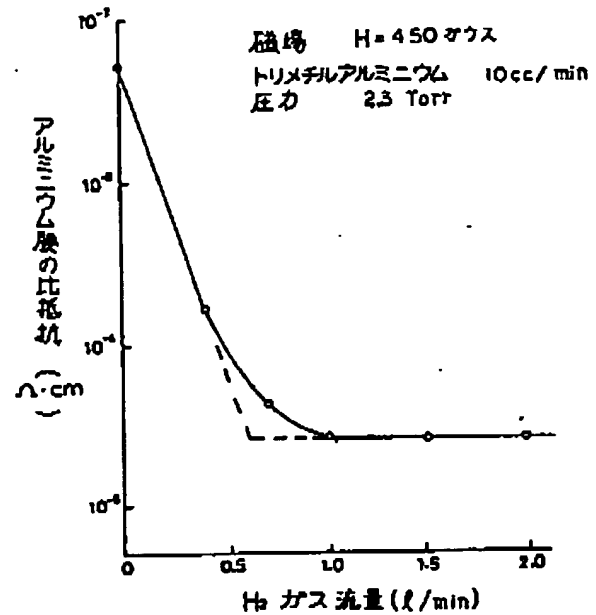


本発明
第1d図



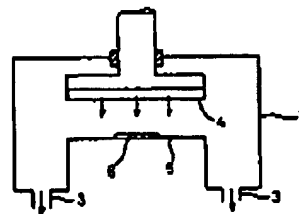
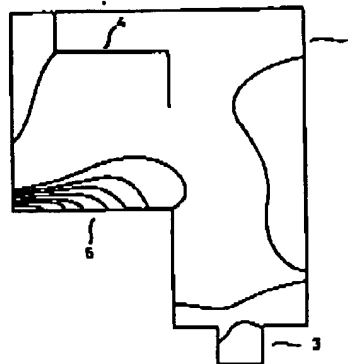
第4図
H1速度とH2速度及び導電率との関係

特開平2-46723 (8)

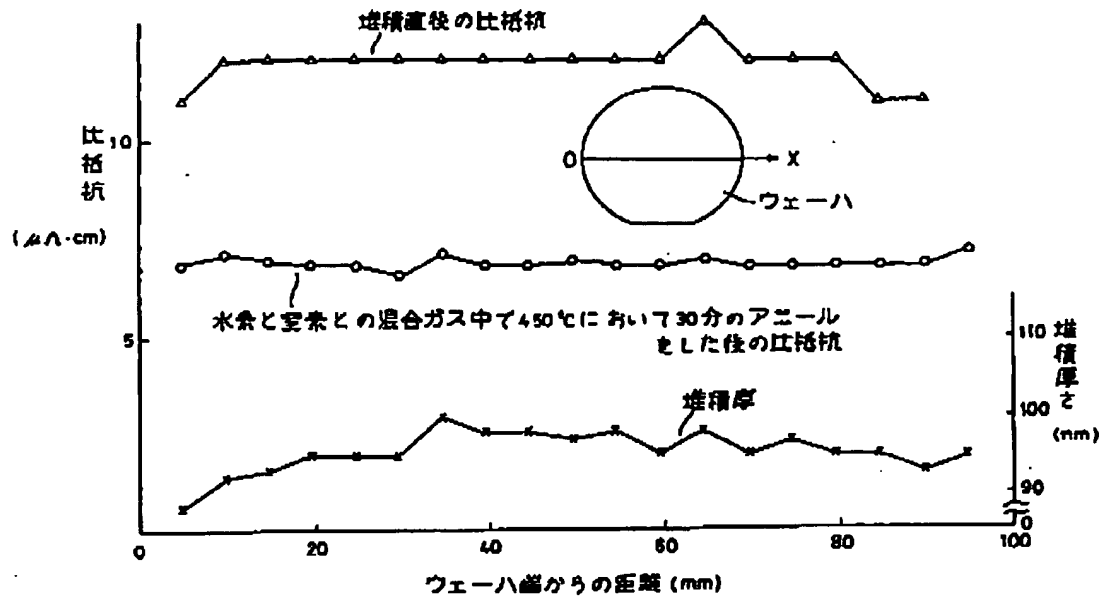
従来技術
第 2 図従来技術
第 3 図

水素流量とアルミニウム膜比抵抗との関係

第 5 図

シミュレーション計算用モデル
第 6 図等圧線図
第 7 図

特開平2-46723 (9)



アルミニウムの堆積厚さと比抵抗のウェーハ面内分布

第 8 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.